

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ НА КРИСТАЛЛИЗАЦИЮ СТАЛИ Р6М5 ИЗ ЖИДКО-ТВЕРДОГО СОСТОЯНИЯ

Кицюк Юлия Игоревна

Руководитель – доцент, к.т.н. Федоркова Наталья Николаевна

Соруководитель – н.с. Балакин Александр Анатольевич

Национальная металлургическая академия Украины, г.Днепропетровск

e-mail: fedorkova2009@rambler.ru

Инструментальные стали являются наиболее распространенным материалом для изготовления металлорежущего инструмента, штампового и прокатного оборудования и т.д [1]. При производстве литой стали весьма важной и сложной задачей является получение изделий с однородным составом и равномерным распределением свойств по всему сечению отливки. Следует указать на наличие еще не реализованных возможностей по управлению процессами кристаллизации, структурообразования и формирования свойств стальных отливок.

Для достижения высоких механических свойств следует обеспечить формирование мелкозернистой и однородной литой структуры. Для этого нужно обеспечить возникновение в расплаве максимального числа центров кристаллизации при ограниченной возможности их быстрого роста. Такие условия могут быть реализованы при использовании интенсивного и регламентированного охлаждения и переохлаждения расплава в интервале температур твердо-жидкого состояния [2].

В практике металлургического производства используют термин «металлургическая наследственность». Поэтому важной задачей является создание благоприятной структуры уже на стадии перитектического превращения. А процессы структурообразования, происходящие при дальнейшем охлаждении металла, обеспечат получение структуры стали с заданными при кристаллизации и перитектическом превращении параметрами. Для изучения процессов структурообразования при температурах ликвидус-солидус и в области перитектического превращения, необходимо зафиксировать структуру твердо-жидкого состояния металла. Для этого была использована установка, конструкция которой состоит из вакуумной печи с закалочной емкостью [3].

Режим выплавки образцов заключался в их нагреве до температуры 1470°C (температура выше ликвидус) с выдержкой 10 минут, охлаждении до температур 1320, 1280 и 1250°C, которые соответствуют области перитектического превращения, и после выдержки в течение 2 минут – закалки до 0°C с целью фиксации структуры твердо-жидкого состояния стали. Из полученных образцов массой 1-1,2 г изготавливали микрошлифы для их всестороннего металлографического исследования.

Так, на рис. 1 представлена микроструктура стали Р6М5, закаленной от различных температур.

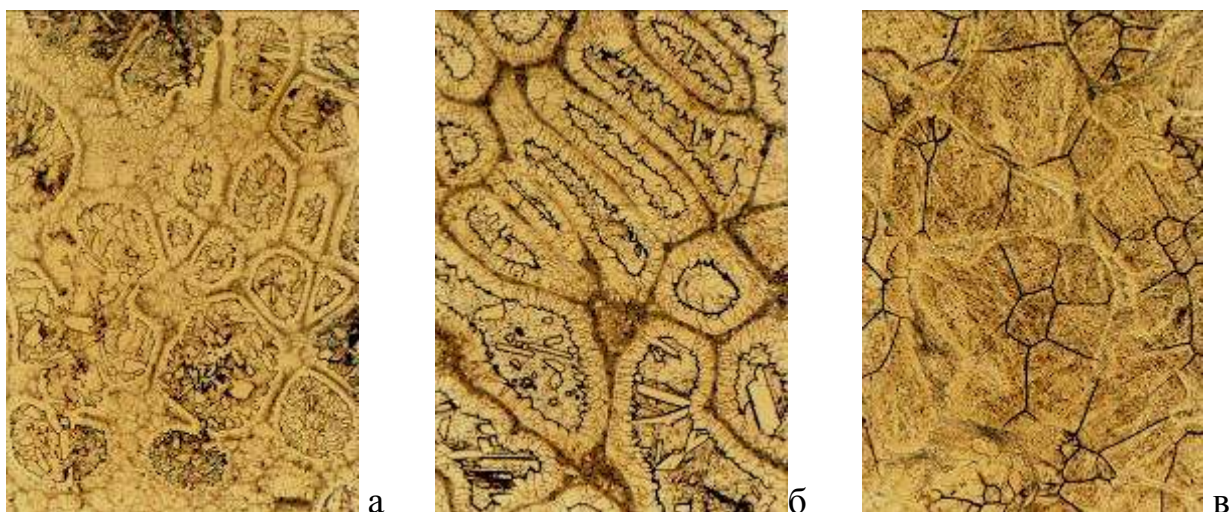


Рис. 1. Микроструктура стали Р6М5, закаленной от температур: а – 1320°С, б – 1280°С, в - 1250°С, х 250

Как видно из приведенных микрофотографий, охладив образец из жидкого состояния до 1320°С мы попадаем в область начала перитектического превращения, когда в зернах δ -феррита, окантованных жидкой прослойкой, начинается выделение аустенита от жидкости вглубь зерен δ -феррита (рис. 1,а). Продолжение процесса перитектической реакции мы видим в структуре, зафиксированной от 1280°С, где зерна стали крупнее, толщина жидких прослоек уменьшилась, но увеличилось количества аустенита с видманштеттовой морфологией. Причем выделение зерен аустенита происходит не только от жидкости, но и в центре зерен δ -феррита (рис. 1,б). Дальнейшее снижение температуры демонстрирует нам окончание перитектического превращения, когда произошло полное полиморфное превращение δ -феррита в аустенит с формированием в местах расположения жидкой прослойки сплошной сетки карбидной эвтектики (рис. 1,в).

Исследование микроструктуры при х500 показывает особенности морфологии структурных составляющих (рис. 2).

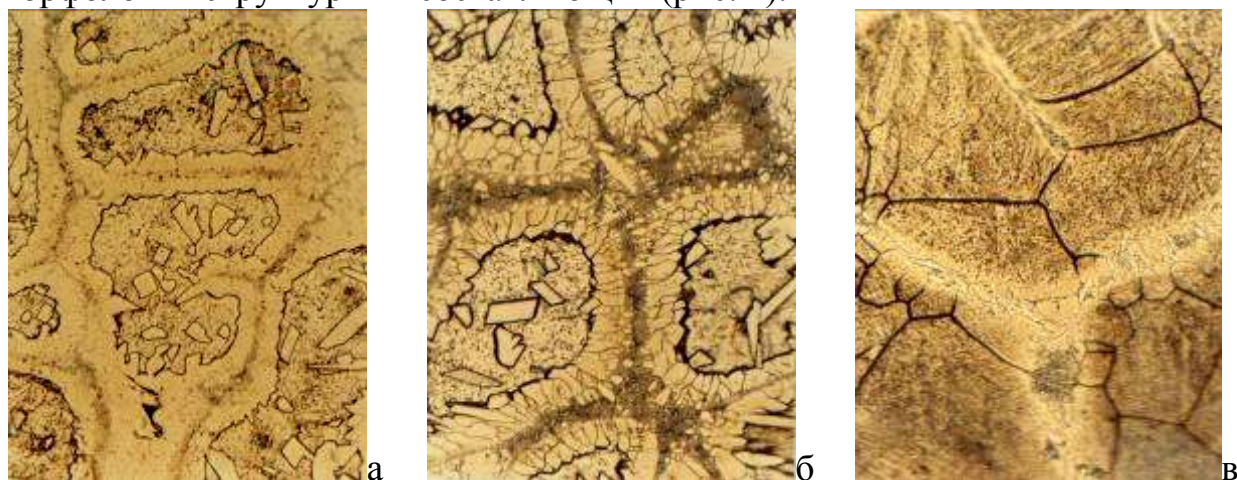


Рис. 2. Особенности морфологии структурных составляющих ст.Р6М5, закаленной от температур: а – 1320°С, б – 1280°С, в - 1250°С, х 500

Из рис. 1 и 2 следует также, что повышение температуры нагрева металла под закалку ведет к ее существенному измельчению.

Исследование распределения легирующих элементов методом микрорентгеноспектрального анализа показало наличие в жидких прослойках большого количества вольфрама, молибдена, ванадия и хрома – сильных карбидообразующих элементов, которые образуют сложные карбидные соединения типа M_7C_3 –обогатенные хромом, MC – богатые ванадием, M_2C –на основе молибдена и вольфрама и $M_{23}C_6$ – мелкодисперсные на основе ванадия. Все они отличаются по форме и морфологии. Поэтому карбидная эвтектика, расположенная в виде сплошной сетки представляет мелкодисперсный, сложный по форме и составу конгломерат карбидов различного состава и формы (рис. 3).

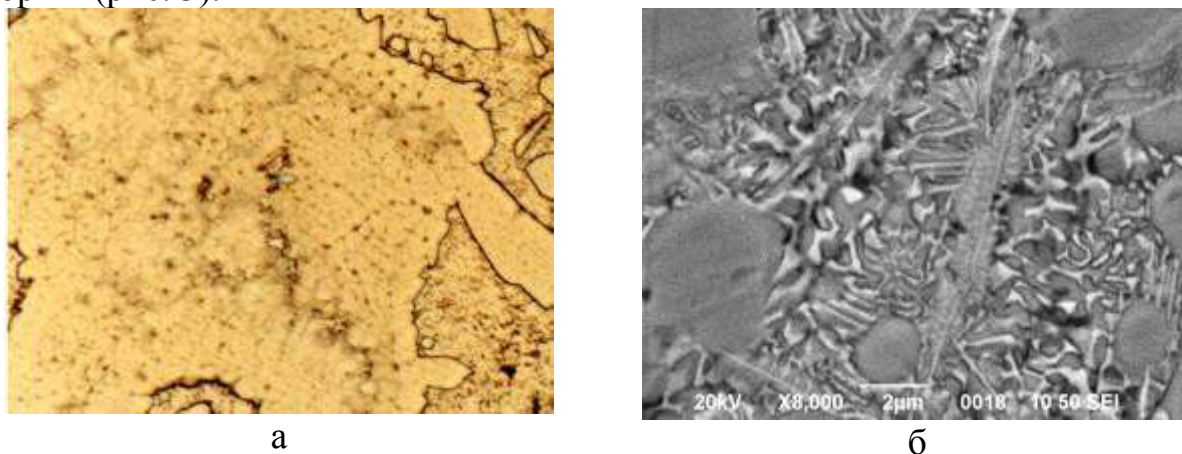


Рис. 3. Особенности формирования и строения карбидной эвтектики в стали Р6М5: а – $\times 1000$, б – РЭМ, $\times 8000$

Была также определена скорость охлаждения при закалке. С повышением температуры орт 1230 до 1320°C скорость охлаждения изменялась от 0,1 до 100К/с, что явилось причиной повышения дисперсности структуры.

Таким образом, результаты исследований показали, что определяющими факторами получения однородной и мелкодисперсной структуры являются температура нагрева для изотермической выдержки, температура нагрева перед быстрым охлаждением из твердо-жидкого состояния и скорость охлаждения. Варьирование данных факторов позволит контролировать процессы затвердевания металла в области перитектического превращения и достигать однородного состава и структуры при высокой степени дисперсности, что приведет к повышению уровня механических и эксплуатационных характеристик быстрорежущих инструментальных сталей.

Литература

1. Гогаєв К.О., Ульшин В.И., Тихомиров С.В. Структура і властивості низьколегованої швидкорізальної сталі Р2АМ5Ф2НЮ. // Київ. МОМ. - 2005. - № 2. – С.15-19.
2. Кондратюк С.Є., Таранов Є.Д., Нурадінов А.С., Ельдарханов А.С. Вплив температурно-часових параметрів на кристалізацію розплавів у нерівноважному стані. // Київ. МОМ. – 2003. - № 4. – С. 3-8.
3. Калинушкин Е.П. Перитектическая кристаллизация легированных сплавов на основе железа. // Днепропетровск. „Пороги”. 2007. 172 с.